

УДК 549:552(571.16)

ВЕЩЕСТВЕННО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СРЕДНЕ-ВЕРХНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЛУГИНЕЦКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Е.Н. Жилина

Томский государственный университет

E-mail: elena@ggf.tsu.ru

На основе результатов детального минерало-петрографического исследования дана сравнительная характеристика вещественно-структурных особенностей продуктивных келловей-оксфордских отложений горизонта Ю-I Лугинецкого газоконденсатно-нефтяного месторождения (Томская область).

Ключевые слова:

Горизонт Ю-I, подугольная и надугольная толщи, барабинская пачка, структуры, текстуры, вещественный состав.

Key words:

Horizon Ю-I, podugolnaya and nadugolnaya formations, barabinskaya member, textures, structures, mineralogical composition.

Лугинецкое газоконденсатно-нефтяное месторождение приурочено к одноименной локальной структуре третьего порядка, осложняющей северо-западную часть Пудинского мегавала. На сегодняшний день – это одно из наиболее сложно-построенных месторождений на территории Томской области.

Нефтегазоконденсатные залежи Лугинецкого месторождения, имеющие промышленное значение, приурочены к шести продуктивным пластам: четырем – верхнеюрского (пласты Ю₁⁰, Ю₁¹, Ю₁², Ю₁³) и двум (пласты Ю₁⁴, и Ю₂) среднеюрского возраста [1]. Пласты-коллекторы имеют сложное геологическое строение, заключающееся в переслаивании проницаемых пропластков различных толщин с непроницаемыми разностями. На продуктивной площади имеется большое количество зон отсутствия коллектора, прослеживается значительная изменчивость фильтрационно-емкостных свойств. Все залежи имеют чрезвычайно сложную конфигурацию водонефтяного и газонефтяного контактов.

Целью проведенных исследований являлось детальное минерало-петрографическое изучение пород горизонта Ю-I Лугинецкого месторождения.

Исследования осадочных пород проводились с помощью поляризационного микроскопа высокого разрешения Olympus BX51 с компьютерной станцией, видеокамерой ProGres и ПО Image-Pro Plus на лабораторной базе ОАО «ТомскНИПИнефть». При петрографическом описании использованы шлифы из коллекции З.Я. Сердюк, любезно предоставленные для исследования заведующей лабораторией седиментологии ОАО «ТомскНИПИнефть» Е.А. Жуковской, текстурный анализ проводился по методическим разработкам Л.Н. Ботвинкиной [2].

Изучались верхнеюрские отложения в составе верхневасюганской подсвиты (*подугольная и надугольная толщи*) и барабинской пачки. Описания, приведенные далее даны снизу вверх по разрезу.

Подугольная толща (пласты Ю₁⁵⁺⁴+Ю₁³)

На исследуемой территории пласты подугольной толщи наиболее выдержаны, вскрыты всеми пробуренными скважинами, содержат около 70 % суммарных запасов углеводородов месторождения и представляют наибольший интерес с точки зрения разработки. Слагающие подугольную толщу пласты Ю₁⁵⁺⁴ и Ю₁³ в литологическом плане довольно однородны, представлены преимущественно мелкозернистыми песчаниками или крупнозернистыми алеврититами, с прослоями песчаников среднезернистых до крупнозернистых. В редких случаях наблюдается глинизация разреза и появление пропластков глинистых алевритов и аргиллитов. В некоторых скважинах пласты разделены между собой глинистой перемычкой.

В породах преобладает мелкозернистая песчаная фракция, материал среднезернистых и алевритовых фракций, чаще всего не превышает 15...20 %, содержание глинистого цемента достигает 13 %. Размер зерен меняется в очень широких пределах 0,09...0,33 мм. Однако основная масса значений лежит в области 0,09...0,16 мм. По многим изученным скважинам наблюдается тенденция улучшения сортировки материала (коэффициент сортировки $S_0=1,6...2,4$) вверх по разрезу. Характер изменения гранулометрического состава и сортировки материала указывают на частую смену гидродинамических условий осадконакопления.

Практически во всех скважинах породы толщи представлены светло-серыми и серыми с зеленоватым или буроватым оттенком средне-мелкозернистыми, мелкозернистыми, алевритистыми, реже алевритовыми, каолинизированными, в отдельных прослоях неравномерно известковистыми, нередко сидеритизированными *песчаниками*. В породах присутствуют многочисленные включения пирита. Структура – псаммитовая, алевро-псаммитовая. Текстура песчаников чаще массивная, реже нечеткая или хорошо выраженная пологоволнистая, линзовидная. Слоистость подчеркнута намывами

глинистого и растительного материала. В песчаниках содержится макрофауна пелеципод, скафопод. Количество обломочного материала изменяется от 80 до 98 %, с уменьшением в известковых прослоях.

Среди обломков пород преобладают кремнистые, метаморфические сланцы и вулканические породы из среднего и кислого отряда. Слюды представлены мусковитом и биотитом. Наблюдается механическая деформация чешуек слюд, расщепление по спайности, обесцвечивание, замещение пелитоморфным карбонатом и лейкоксоном. В песчаниках встречены обломки турмалина, циркона, анатаза, апатита и сфена.

Цемент в песчаниках составляет 7...10 %. Тип цементации довольно сложный – участками поровый, пленочный, реже базальный. Поры выполняет раскристаллизованный каолинит, реже гидрослюда. Последняя, часто с хлоритом, сидеритом или лейкоксоном образует пленки вокруг зерен. В отдельных скважинах песчаный материал сцементирован карбонатами (рис. 1).

Аргиллиты, встреченные в тонких пропластках и прослоях, алевритовые, темно-серые, серые и пестроцветные (с темно-зеленоватыми и красно-буроватыми разводами), по структуре пелитовые, участками алевро-пелитовые. Основная масса неравномерно зеленого, участками зеленовато-буроватого цвета, с высоким двупреломлением соответствует гидрослюдистому составу, с примесью хлорита, каолинита, участками монтмориллонита, пирита и растительного детрита. Обломочный материал размерами 0,01...0,08 мм представлен кварцем, полевыми шпатами, обломками пород, слюдой.

Плохо отсортированные *глинисто-алеврито-песчаные породы*, структура которых неоднородна на разных участках встречаются в разрезах пласта довольно часто. Микротекстура неоднородная, слоисто-гнездовидно-линзовидная. Обломочный материал плохо отсортирован. Его количество варьирует от 10...25 % в аргиллите до 65...75 % в песчанике. В песчанике преобладает мелкозернистая фракция (55...73 %) с подчиненным значением алевритовой фракции. Цемент (20...35 %) представлен ориентированной гидрослюдой, участками гидрослюдисто-каолинистый, хорошо раскристаллизованный порового типа, соприкосновения и базальный. Аргиллит в прослоях и участках сложен ориентированной гидрослюдой с высоким двупреломлением. В виде примеси содержится монтмориллонит, каолинит, пелитоморфный сидерит, тонкодисперсные титанистые минералы и перетертая растительная органика.

Алевриты мелко и крупнозернистые, иногда песчаные и песчаные, окрашены в серые цвета с буроватыми оттенками. В отдельных разрезах – полимиктовые, местами глинистые или известковистые, часто сидеритизированные. Наблюдаются линзовидные, горизонтальные и однородные текстуры. Структура – псаммоалевритовая или алевритовая. Породы обладают несовершенной микрослоистостью, однородной и неоднородной текстурами, выраженными благодаря ориентированному или беспорядочному распределению обломочного материала, чешуек слюд, выделений сидерита (рис. 2).

Обломочный материал составляет от 50...55 % до 65...85 %. В крупно-мелкозернистых алевритах основная фракция 0,01...0,05 мм достигает 60...75 %, примесь крупного алеврита составляет

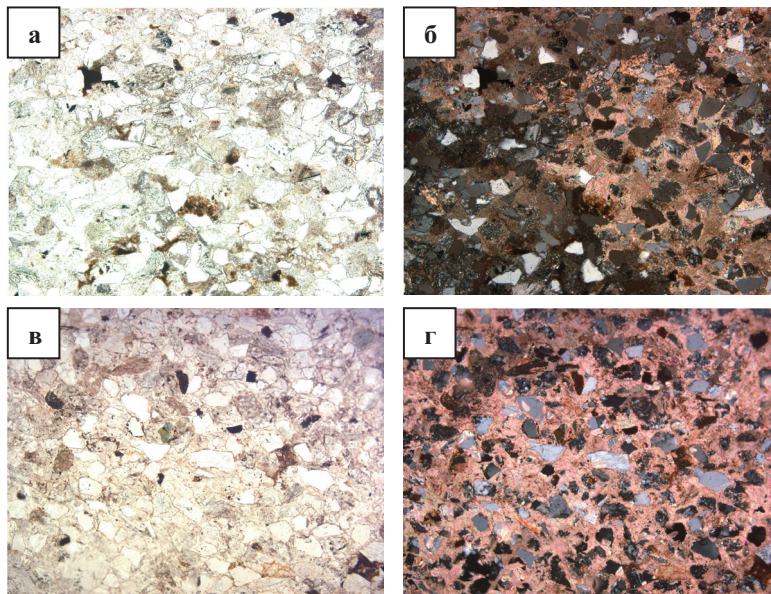


Рис. 1. Песчаники подугольной толщи: а, б – песчаник полевошпатово-кварцевый мелкозернистый, алевритовый, с карбонатным цементом; текстура неоднородная (скв. 159, глуб. 2345,7 м); в, г – песчаник полевошпатово-кварцевый мелкозернистый, алевритистый, полимиктовый с кальцитовым цементом, с битумом; текстура однородная (скв. 163, глуб. 2350,2 м); а, в – николи II; б, г – николи X; а-г – ширина изображения 1,74 мм

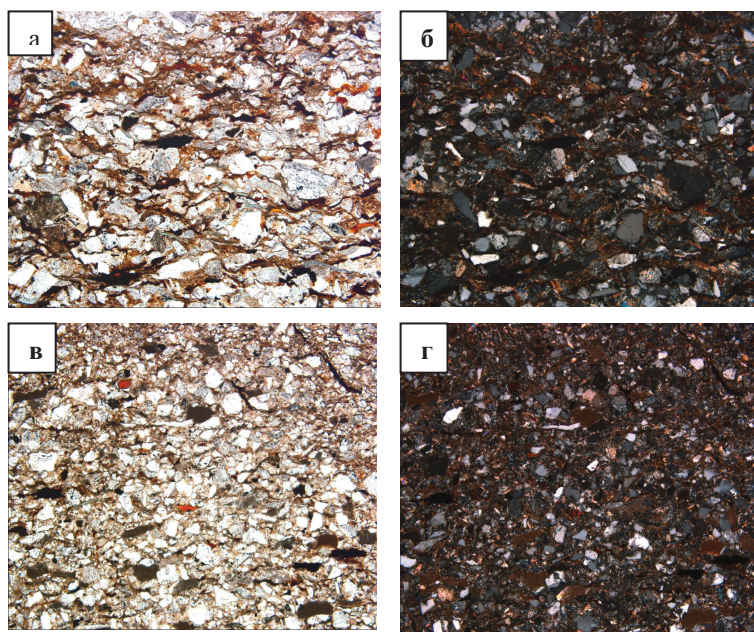


Рис. 2. Алевролиты подугольной толщи; а, б – алевролит полевошпатово-кварцевый крупнозернистый, песчанистый, с гидрослюдисто-каолиновым цементом, пиритизированный; текстура слоистая (скв. 155, глуб. 2375,2 м); в, г – алевролит полевошпатово-кварцевый крупно-мелкозернистый, песчанистый, с гидрослюдистым цементом, сидеритизированный; текстура нечеткая микрослоистая (скв. 158, глуб. 2378 м); а, в – николи II; б, г – николи X; а-г – ширина изображения 1,74 мм

25...35 %. Иногда присутствуют песчаные зерна в очень малых количествах (не более 5 %). Сортировка обломочного материала хорошая и средняя. Зерна полуугловатые. Упаковка зерен средней плотности. Контакты между зернами выпукло-вогнутые, линейные, точечные.

В центральной части исследуемой территории алевролиты по составу полевошпат-кварцевые, крупнозернистые, слоистые, с карбонатно-глинистым цементом, нефтенасыщенные. Обломочный материал составляет до 75...80 %, цемент (25...15 %), лейкоксен до 1 %, пирит 1...2 %. На долю кварца приходится до 56 %, полевых шпатов – 35 %, обломков пород – 9 %, слюды – единичные листочки. Обломки угловато-полуокатанные, корродированные, размером 0,06...0,15 мм. Характерным является более значительное развитие аутигенных минералов. Широко развит сидерит, занимающий от 8...10 до 18...20 % породы. Сидерит пелитоморфный присутствует сгустками, участками замещающая цемент, реже зерна. Пирит присутствует в виде вкраплений в породе. Органическое вещество распределено в виде мелких линзочек.

Надугольная толща ($Ю_1^2+Ю_1^1+Ю_1^0$)

Представлена песчаниками, алевролитами, аргиллитами, известняками и редкими углями. В ее разрезе выделяется до четырех – пяти песчаных пропластков с толщиной 0,4...14 м, которые группируются в пласты $Ю_1^2$, $Ю_1^1$, $Ю_1^0$. Вещественный состав, цемент, текстура схожие для всех пластов. Пласты разделяют прослой аргиллитов или глинистых и алевроитовых известняков, сидеритов,

интенсивно карбонатизированных несортированных пород глинисто-алеврито-песчаного состава, реже углистых разностей толщиной 0,6...8,8 м с линзовидными включениями алевролита, глинистого песчаника и маломощных (3...4 мм) прослоев углей. По гранулометрическому составу в пластах $Ю_1^1$, $Ю_1^2$, преобладает мелкопесчаная фракция с большим количеством растительного детрита и прослойками углистого вещества. Коэффициент сортировки 1,5...5,3.

Пласты $Ю_1^2$ и $Ю_1^1$ представлены в большинстве разрезов темно-серыми *аргиллитами*, плитчатыми, горизонтально и волнисто-слоистыми за счет разницы в гранулометрическом составе, часто алевроитистыми, участками, переходящими в глинистые разности. В разрезах многих скважин пласт представлен частым переслаиванием серых и темно-серых аргиллитов с редкими включениями остатков организмов. Характерным является наличие по всему пласту линзообразных и гнездообразных скоплений мелкоагрегатных стяжений пирита. По плоскостям наложения наблюдаются скопления обугленного растительного детрита. Реже встречаются тонкие прослой угля. Иногда в породах присутствуют отпечатки древней растительности. Структура пород пелитовая, алевропелитовая. Основная масса зеленоватого цвета с показателем преломления больше 1,54 и с низким двупреломлением соответствует гидрослюдисто-каолиновому составу, с примесью сидерита (1...3 %), растительного детрита. Обломочный материал, размеры 0,01...0,08 мм представлен кварцем, полевыми шпатами, обломками пород, слюдой.

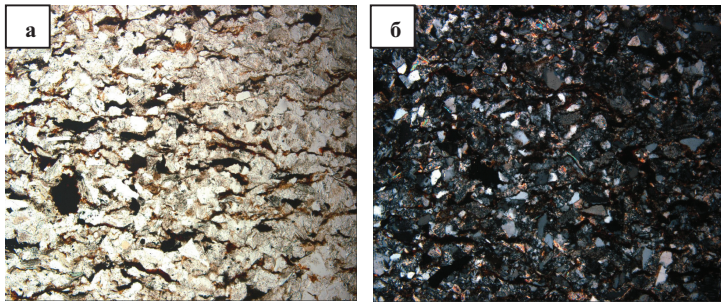


Рис. 3. Алевролит полевошпатово-кварцевый мелко-крупнозернистый, с гидрослюдистым цементом и битумом; текстура нечеткая микрослоистая (скв. 169, глуб. 2354 м); а – николи II, б – николи X; а, б – ширина изображения 1,74 мм

Алевролиты крупно- и мелкозернистые, серого и темно-серого цвета с оттенками бурого, голубоватого цветов, прослоями сидеритизированные или известковистые с включениями пирита. Наблюдались несовершенная и четко выраженная линзовидная, горизонтальная, пологоволнистая типы слоистости, образованные за счет послойных скоплений обугленных остатков растительности и намывами глинистого материала. Во многих скважинах отмечено наличие отпечатков фауны плохой сохранности. Для пород характерна трещиноватость. Трещинки мелкие, волнистой формы, расположены параллельно слоистости, выполнены чистым перекристаллизованным кальцитом белого цвета. Структуры пород алевритовые, иногда псаммоалевритовые. Микротекстуры, наблюдаемые в шлифах, массивные, нечетко выраженные микрослоистые. Крупнозернистые алевролиты сложены фракцией 0,05...0,1 мм (55...65 %) с подчиненным значением мелкоалевритовой (10...35 %) и примесью (10...20 %) мелкозернистых песчаных зерен (рис. 3).

Мелкозернистые алевролиты в своем составе содержат до 65...95 % фракции 0,1...0,05 мм и 5...35 % крупноалевритовой примеси. Разнозернистые прослои пород характеризуются близкими содержаниями мелко- и крупноалевритовой фракции при наличии мелкозернистой песчаной фракции до 15...20 %. В обломочном материале присутствует кварц – 40...70 %, полевые шпаты – 20...40 %, обломки пород – 8...15 % и 1...2 %.

Количество цемента в разных образцах изменяется от 6 до 15 %. В случае кальцитовой составляющей его количество возрастает до 40 %. Тип цементации участками поровый, соприкосновения, пленочный, при увеличении содержания цемента – базальный.

В алевролитах развиты явления растворения, коррозии обломочного материала, вдавливания, приспособления зерен, деформации и изменения слюд полевых шпатов, изредка регенерации. Повсеместно в различных количествах присутствует растительный детрит.

Песчаники надугольной толщи отличаются светло-серым цветом, чаще с голубоватым оттенком, плотные, плитчатые, известковистые, очень крепкие. По составу – полимиктовые. Содержат гнездообразные скопления мелкоагрегатного пирита и нечастые остатки обуглившейся раститель-

ности. В отдельных скважинах встречаются не-слоистые или с прерывистой слоистостью разности. Для песчаников характерен явный запах углеводородов. Структура алевро-псаммитовая, реже псаммитовая. Микротекстура – часто несовершенная микрослоистая из-за ориентированного расположения удлинённых обломков, реже массивная. В гранулометрическом составе, которых преобладает фракция 0,1...0,25 мм, изменяясь от 55 % до 85 %. Примесь крупного алеврита составляет 15...35 %, мелкого 5...15 %. В средне-мелкозернистых песчаниках фракция 0,25...0,5 мм достигает 10...25 %, алевритовой примеси мало, чаще не более 5 %. Сортировка материала от средней до хорошей, редко плохая. Обломки полуугловатые с примесью полукатанных и угловатых.

В составе обломочной части содержание кварца изменяется от 35 % до 68 %, полевых шпатов от 20 до 40 %, обломков пород от 8 до 30 % (чаще 10...20 %). Слюды встречаются редко. В составе обломков встречаются кремнистые, метаморфические и вулканические породы. Обломки пород имеют нечеткие контуры, часто деформированы и сливаются друг с другом. Пластинки мусковита и биотита интенсивно изменены: деформированы, расщеплены, обесцвечены, замещаются карбонатами, хлоритом, серицитом.

Цемент в песчаниках составляет в среднем 4...8 % и увеличивается за счет карбонатов до 20...40 %. Распределение цемента неравномерное, состав полиминеральный, карбонатно-глинистый и глинисто-карбонатный (рис. 4).

К *карбонатным породам* отнесены глинисто-алевритовые сильно карбонатизированные разности, часто присутствующие в разрезах многих скважин на изучаемой территории. Первичная структура и текстура затушеваны сидеритом и кальцитом, интенсивно замещающими как цемент, так и обломочный материал. Иногда карбонаты составляют до 70...80 % пространства шлифа. Обломочный материал состоит из кварца, полевых шпатов, слюды, сильно корродированных, с растворенными контурами. Первичный глинистый материал гидрослюдисто-хлоритового, каолинитового и гидрослюдистого состава иногда с трудом поддается определению. В верхней части пласта Ю¹ встречаются прослои известняков с остатками микрофауны плохой сохранности. Породы темно-серые, плот-

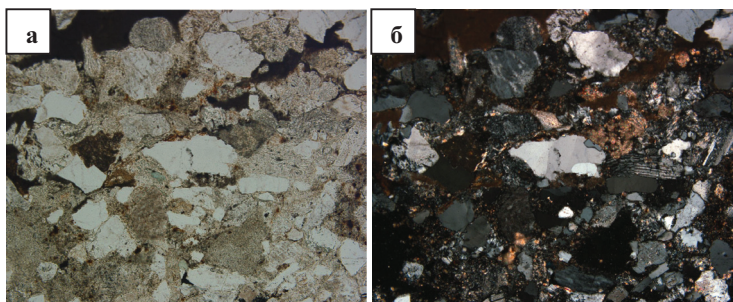


Рис. 4. Песчаник средне-мелкозернистый, алевритистый, полимиктовый с карбонатно-хлорит-гидрослюда-каолиновым цементом, с битумом; текстура микрослоистая (скв. 162, глуб. 2300 м); а – николи II, б – николи X; а, б – ширина изображения 1,74 мм

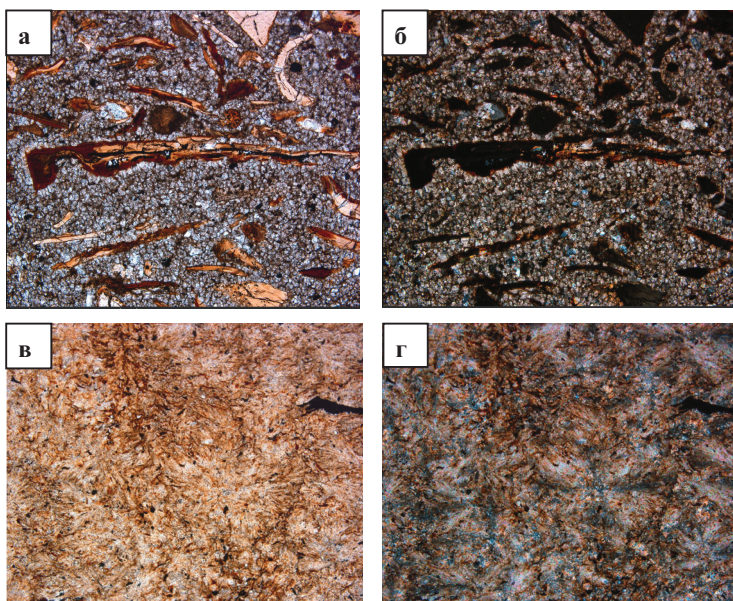


Рис. 5. Известняки в кровле пласта Ю₁¹: а, б – известняк микрозернистый с глауконитом и ихтиодетритом; текстура однородная (скв. 155, глуб. 2343 м); в, г – известняк сферолитовый с примесью каолинита, пирита; текстура неоднородная (скв. 163, глуб. 2374,2 м); а, в – николи II; б, г – николи X; а-г – ширина изображения 1,74 мм

ные, однородные и с элементами косой, полого-волнистой слоистости, подчеркнутой растительным детритом, с прожилками и включениями перекристаллизованного желтовато-белого кальцита. В породе присутствуют мелкие зерна пирита и тонкий растительный детрит (рис. 5).

Глауконитсодержащие породы барабинской пачки слабо отсортированы, зеленовато-серого и грязно-зеленого цвета с растительным детритом и крупными (до 3×3 см) светло-буроватого цвета глинисто-фосфатными и пиритовыми конкрециями. Песчаники темно-серые с явным зеленоватым оттенком, массивные, мелко-зернистые, неравномерно глинистые, в разной степени обогащенные глауконитом, интенсивно карбонатизированные с тонкими прожилками кальцита различной ориентировки.

Во многих скважинах встречены фосфатно-песчано-алевритовые слабо-отсортированные породы с алевро-псаммитовой структурой из-за неоднородного вещественного и гранулометрического состава (рис. 6).

Обломочный материал (50...70 %) распределен неравномерно, сложен фракцией 0,1...0,25 мм

(74 %) и алевритовой примесью (25 %). В песчанике кварц и полевые шпаты находятся в равных количествах. Обломков пород около 12 %. Цемент (30...50 %) представлен кальцитом, с подчиненным значением гидрослюда и примесью фосфата, глауконита, пирита. В шлифах значительная часть пространства (до 40 %) занята аморфным фосфатом желтоватого цвета с примесью чешуек гидрослюда и тонкоалевритового материала (5...10 %)

Породы барабинской пачки разбиты седиментационными трещинками, залеченными кальцитом и пиритом. Часто в породах встречаются овальные или удлиненной формы включения, напоминающие срезы раковин пелеципод и остракод, а также глауконит в виде овальных округлых травяно-зеленых зерен (3...5 %) (рис. 7).

Выводы

Все изученные отложения горизонта Ю-I Лугинецкого газоконденсатно-нефтяного месторождения (Томская область) сложены неравномерным чередованием пачек и пластов песчаников, песчано-алеврито-глинистых пород, углистых ар-

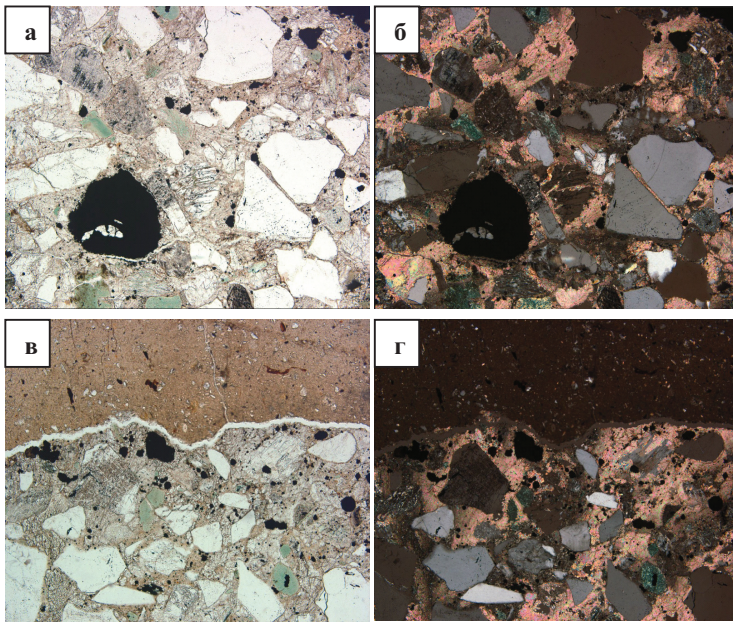


Рис. 6. Фосфатно-песчаная порода, плохо отсортированная, полевошпатово-кварцевая с гидрослюда-кальцитовым, кальцит-гидрослюдистым, фосфатным цементом, с глауконитом; с пятнистой текстурой основной массы (скв. 160, глуб. 2310 м); а, в – николи II; б, г – николи X; а–г – ширина изображения 1,74 мм

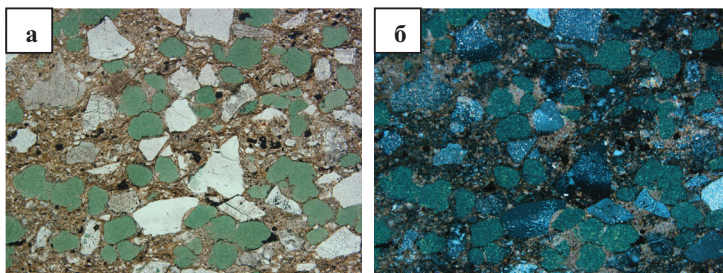


Рис. 7. Песчаник полимиктовый с глауконитом, средне-мелкозернистый, алевроитовый, с кальцит-гидрослюдистым, гидрослюда-кальцитовым цементом, с фосфатным материалом; текстура неоднородная (скв. 162, глуб. 2296,1 м); а – николи II, б – николи X; а, б – ширина изображения 1,74 мм

гиллитов и известняков довольно не выдержанных по площади исследования. Подугольная толща, содержащая пласты-коллекторы $Ю_1^{4+5}$ и $Ю_1^3$, насыщенные нефтью, характеризуется покровным типом развития, преимущественно песчаным составом, наибольшими общими мощностями и улучшенными фильтрационно-емкостными параметрами по сравнению с газонасыщенными пластами надугольной толщи. Для пластов $Ю_1^2$, $Ю_1^1$ и $Ю_1^0$ надугольной толщи характерны ухудшенные коллекторские свойства, пятнистое невыдержанное простираение по площади, преимущественно алевроитовый состав. Для пород горизонта Ю-I характерны различные по четкости рисунки горизонтальной, пологоволнистой, линзовидной и неясно выраженной косой слоистости

за счет смены гранулометрического состава, послойных намывов глинистого материала и обугленного растительного детрита. Породы обогащены конкрециями, мелкими вкраплениями пирита и карбонатов. В верхней части горизонта встречаются песчаники, обогащенные глауконитом и прослои известняков с остатками микрофауны плохой сохранности.

Литологический облик пород, характерный состав породобразующих минералов, ассоциация глинистых компонентов, комплекс аутигенных минералов дают основание полагать о формировании отложений в мелководном морском бассейне с незначительными колебаниями геохимического режима от слабо-восстановительного до резко-восстановительного.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белозёров В.Б., Брылина Н.А., Даненберг Е.Е. Литостратиграфия отложений васюганской свиты юго-востока Западно-Сибирской плиты // Региональная стратиграфия нефтегазоносных районов Сибири // Труды Сибирского науч.-исслед. ин-та

геол., геофиз. и минер. сырья. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1988. – С. 75–83.

2. Ботвинкина Л.Н. Слоистость осадочных пород. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 542 с.

Поступила 14.02.2012 г.